

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Uji Karbon

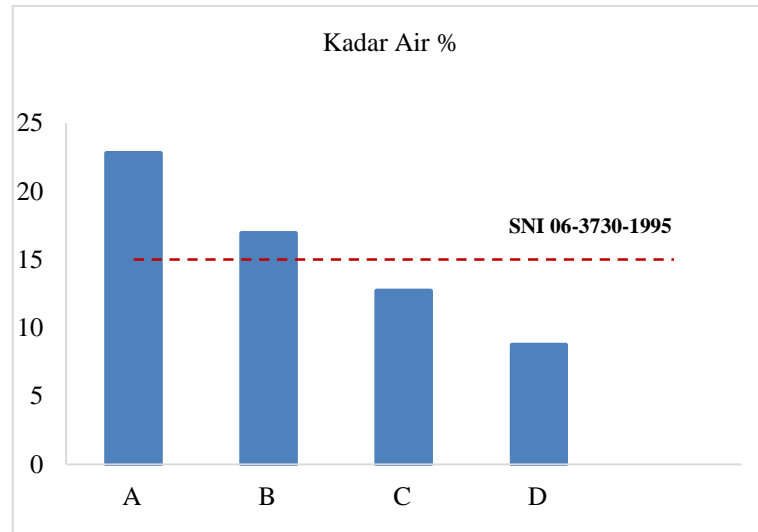
Hasil pengujian karbon aktif dari limbah kulit bawang merah telah dilakukan. Pendekatan dalam penelitian ini dimulai dengan membersihkan kulit bawang merah untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Setelah kulit bawang merah dibersihkan, dilakukan proses karbonisasi dalam suhu 400°C dalam *furnace* selama 60 menit. Langkah berikutnya adalah proses aktivasi karbon di mana menggunakan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) sebagai aktivator dengan variasi konsentrasi 8%, 12%, 16%, dan 20%. Aktivator tersebut dicampurkan dengan aquadest hingga mencapai volume 100 ml, dengan perbandingan 50 gram karbon dalam setiap sampelnya. Karbon aktif yang dihasilkan kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 06-3730-1995, yang mencakup pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan kadar karbon murni. Berikut adalah hasil pengujian karbon aktif dari limbah kulit bawang merah:

##### 4.1.1 Kadar air

Tujuan pengujian kadar air pada karbon aktif adalah untuk menilai sifat higroskopisnya (kapasitas penyerapan air) dari karbon aktif tersebut. Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum dalam Tabel 4.1, terlihat bahwa terjadi penurunan signifikan kadar air pada masing-masing sampel. Sampel A mengalami penurunan sebesar 22,79%, sampel B sebesar 16,94%, sampel C sebesar 12,70%, dan sampel D sebesar 8,74%. Informasi ini dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Karbon Aktif

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Kode Sampel	Nilai Kadar Air (%)	SNI 06-3730-1995
8	A	22,79	
12	B	16,94	
16	C	12,70	Maks. 15%
20	D	8,74	



Gambar 4. 1 Grafik Nilai Kadar Air Karbon Aktif

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa hasil pengujian kadar air mengalami penurunan selintasnya seiring dengan konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Menurut Laos & Sellan (2016), molekul air yang terikat dalam karbon aktif membentuk pori-pori pada permukaan karbon aktif tersebut. Ketika pori-pori semakin besar, luas permukaan pada karbon aktif juga meningkat. Akibatnya, kemampuan adsorpsi pada karbon aktif meningkat.

Hasil uji kadar air didapatkan pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI-063730-1995 yang menetapkan maksimal 15%. Kandungan air yang rendah pada karbon aktif mencerminkan efektivitas aktivitas agen aktivator asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dalam menahan molekul air yang ada dalam sampel, dan melepaskan kandungan air yang ada pada sampel selama proses karbonisasi (Esterlita & Herlina, 2015).

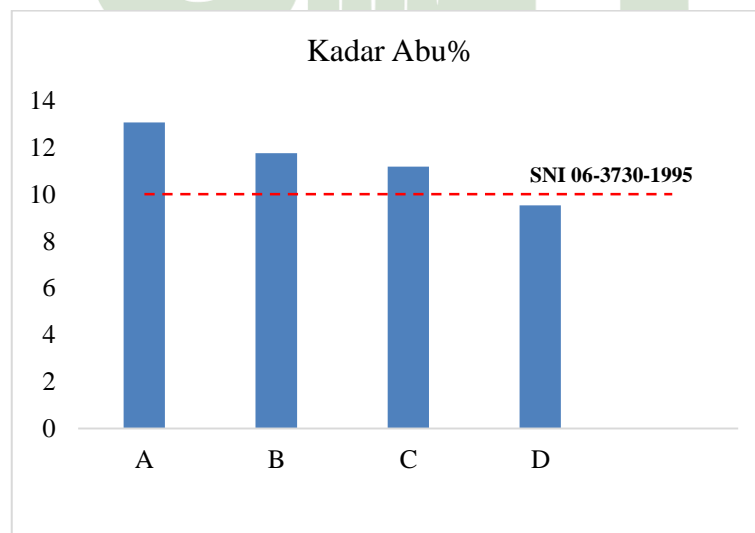
Pada pengujian kadar air karbon aktif, hasil maksimal tercatat pada karbon aktif dari kulit bawang merah dengan variasi aktivator asam fosfat 8%, mencapai 22,79%. Sebaliknya, kadar air minimal terdapat pada karbon aktif yang dihasilkan dari kulit bawang merah dengan variasi aktivator asam fosfat 20%, yaitu 8,74%. Temuan ini menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak memenuhi standar yang baik, dengan kadar air sesuai persyaratan SNI-06-3730-1995 yang menetapkan nilai maksimum sebesar 15%.

#### 4.1.2 Kadar Abu

Kandungan abu meliputi sejumlah besar oksida logam yang terbentuk dari mineral-mineral dalam suatu material dan tidak mengalami penguapan selama proses karbonisasi (Sulaiman et al., 2017). Pengujian kadar abu dilakukan untuk menilai jumlah abu yang terkandung dalam karbon aktif. Hal ini karena semakin tinggi kandungan abu, maka daya serap yang dihasilkan oleh karbon aktif akan semakin rendah (Meilianti, 2018). Dari hasil pengujian yang tercatat dalam Tabel 4.2, terlihat bahwa kadar abu mengalami penurunan yang signifikan pada masing-masing sampel. Sampel A mengalami penurunan sebesar 13,07%, sampel B sebesar 11,75%, sampel C sebesar 11,18%, dan sampel D sebesar 9,53%. Informasi ini dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

**Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Abu Karbon Aktif**

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Kode Sampel	Nilai Kadar Abu (%)	SNI 06-3730-1995
8	A	13,07	Maks. 10%
12	B	11,75	
16	C	11,18	
20	D	9,53	



Gambar 4. 2 Grafik Nilai Kadar Abu Karbon Aktif

Pada gambar 4.2 terlihat bahwa hasil pengaruh kadar abu mengalami penurunan seiring dengan konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Pada grafik di atas, kadar abu maksimal terdapat pada karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi

asam fosfat 8%, yaitu sebesar 13,07%. Sedangkan kadar air minimal terdapat pada karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi asam fosfat 20%, yaitu sebesar 9,53%. Dalam penelitian ini, hanya sampel dengan variasi 20% yang memenuhi standar SNI-063730-1995, yaitu maksimal 10%.

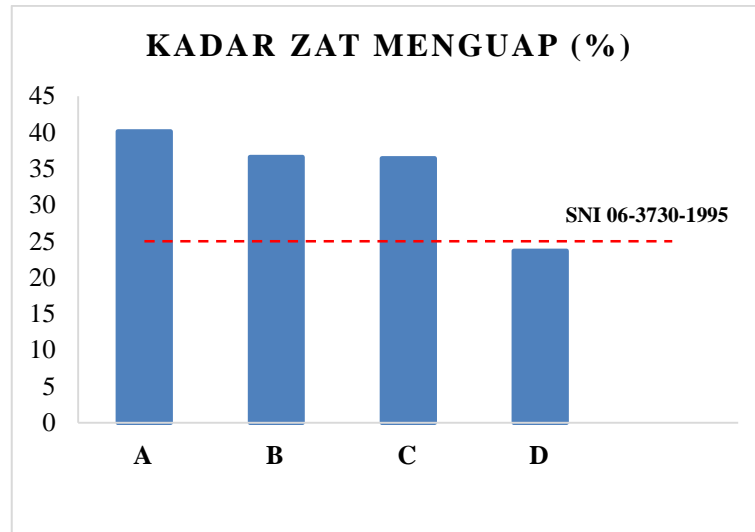
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator, kadar abu cenderung menurun. Rendahnya nilai kadar abu dalam larutan mineral-anorganik yang terkandung dalam karbon aktif, kandungan abu dapat berupa kalium, magnesium, dan natrium yang dapat menghalangi pori-pori karbon aktif (Husin & Hasibuan, 2020).

#### 4.1.3 Kadar Zat Menguap

Perhitungan kadar zat menguap, yang merupakan bagian yang hilang selama proses pemanasan pada suhu 950°C, dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa yang mudah menguap pada suhu tersebut. Pada pemanasan di atas 900°C, nitrogen dan sulfur akan menguap, dan komponen-komponen ini disebut sebagai zat menguap. (Maulana et al., 2017). Dari data penelitian pada Tabel 4.3, terlihat bahwa terjadi penurunan kadar zat menguap pada setiap sampel. Sampel A mengalami penurunan sebesar 40,12%, sampel B sebesar 36,61%, sampel C sebesar 36,43%, dan sampel D dengan penurunan sebesar 23,68%. Informasi ini dapat ditemukan dalam tabel di bawah ini:

**Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Zat Menguap Karbon Aktif**

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Kode Sampel	Nilai Kadar Zat Menguap (%)	SNI 06-3730-1995
8	A	40,12%	Maks. 25%
12	B	36,61%	
16	C	36,43%	
20	D	23,68%	



Gambar 4. 3 Grafik Nilai Kadar Zat Menguap Karbon Aktif

Pada gambar 4.3 terlihat bahwa perubahan kadar zat menguap mengalami penurunan seiring dengan konsentrasi  $H_3PO_4$ . Pada grafik, kadar zat menguap maksimal terjadi pada karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi asam fosfat 8%, yakni sebesar 40,12%. Sementara kadar zat menguap minimal terdapat pada karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi asam fosfat 20%, yaitu sebesar 23,68%. Secara keseluruhan, kadar zat menguap yang diperoleh dalam penelitian ini telah memenuhi standar SNI-063730-1995, yang menetapkan maksimal 25%. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya penurunan kadar zat menguap, menunjukkan bahwa residu senyawa hidrokarbon yang melekat pada permukaan karbon aktif dapat diekstraksi dengan peningkatan konsentrasi aktivator. Akibatnya, pori-pori karbon aktif menjadi lebih besar, dan meningkatkan kemampuan daya serap yang dihasilkan (Husin & Hasibuan, 2020).

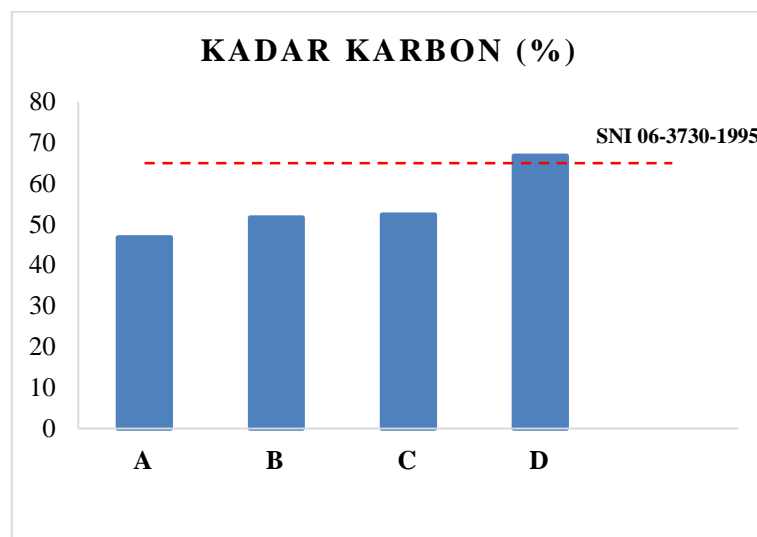
#### 4.1.4 Kadar Karbon

Kandungan karbon mencakup total karbon murni yang terdapat dalam karbon aktif (Maulana et al., 2017). Kandungan karbon murni merupakan hasil dari proses reduksi yang tidak melibatkan air, abu, dan zat menguap (Sahara et al., 2017). Dari data penelitian yang tercatat dalam tabel 4.4, terlihat bahwa terjadi peningkatan kadar karbon yang signifikan pada setiap sampel. Sampel A mengalami peningkatan sebesar 46,81%, sampel B sebesar 51,64%, sampel C

yaitu sebesar 52,39% dan sampel D yaitu sebesar 66,79%. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kadar Karbon Murni

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Kode Sampel	Nilai Kadar Karbon Murni (%)	SNI 06-3730-1995
8	A	46,81	Min. 65%
12	B	51,64	
16	C	52,39	
20	D	66,79	



Gambar 4. 4 Grafik Nilai Kadar Karbon

Pada gambar 4.4 telah terlihat perbedaan nilai kadar karbon selirinya kontrasil asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Pada grafik di atas, kadar karbon maksimal terdapat pada karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi asam fosfat 20%, yaitu sebesar 66,79%. Kadar karbon minimal terdapat pada karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi asam fosfat 8%, yaitu sebesar 46,81%. Dalam penelitian ini, hanya sampel dengan konsentrasi 20% yang memenuhi persyaratan standar SNI-06-3730-1995, yaitu minimal 65%.

Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi aktivator berhubungan dengan peningkatan kadar karbon murni dalam karbon aktif. Hal ini dapat dilihat dari nilai minimum kadar zat menguap dan nilai minimum kadar abu (Sahara et al., 2017).

## 4.2 Hasil Uji Minyak Goreng

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa minyak jelantah yang telah digunakan sebanyak 4 kali penggorengan dan diproses untuk pemurnian menggunakan karbon aktif dari kulit bawang merah sebagai adsorben. Proses adsorpsi dimulai dengan menuangkan 100 ml sampel minyak jelantah ke dalam erlenmeyer, diikuti dengan penambahan 10 gram adsorben karbon aktif kulit bawang merah dengan variasi konsentrasi aktivator. Campuran diaduk selama 60 menit dengan kecepatan 90 rpm menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil proses adsorpsi akan diuji sesuai standar SNI 3741:2013, melibatkan pengujian bau, warna, jumlah asam, dan jumlah peroksida. Berikut adalah hasil pemurnian minyak goreng yang diperoleh:

### 4.2.1 Bau Minyak Goreng

Ketika minyak jelantah mengalami hidrolisis, itu akan menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas yang dapat membentuk senyawa aldehida dengan cepat yang kemudian menyebabkan aroma tidak sedap (Parida Hutapea et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa sebelum proses adsorpsi dilakukan, bau dari minyak goreng mentah tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI 3741:2013, yang menunjukkan bahwa minyak tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Hal ini menunjukkan pentingnya proses adsorpsi untuk menghilangkan bau yang tidak diinginkan dan membuat minyak lebih sesuai untuk dikonsumsi. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 5 Hasil PEngujian Bau Minyak Goreng

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif	Kode Sampel	SNI 3741:2013
Keadaan Awal	O	Tidak Normal
8%	A	
12%	B	
16%	C	Normal
20%	D	

Pemurnian minyak goreng jenuh menggunakan karbon aktif dari kulit bawang merah dengan variasi aktivator asam fosfat menghasilkan minyak yang memenuhi standar SNI 3741:2013. Hasil pengujian aroma pada minyak goreng yang telah dimurnikan menggunakan karbon aktif dari kulit bawang merah dengan variasi aktivator asam fosfat menghasilkan pengujian sesuai dengan SNI 3741:2013

#### 4.2.2 Warna Minyak Goreng

Perubahan warna minyak menjadi coklat, yang dikenal sebagai *browning*, disebabkan oleh proses hidrolisis yang menyebabkan perpecahan rantai karbon dalam minyak. Proses ini menghasilkan warna coklat pada minyak dan diikuti dengan aroma yang khas sebagai akibat reaksi oksidasi (Haili et al., 2021). Perubahan warna pada minyak bisa terjadi karena degradasi pada suhu tinggi dan kontak dengan bahan atau rempah-rempah dari makanan yang dimasak (Mardiana & Santoso, 2020). Pada penelitian ini, dilakukan pemurnian minyak goreng menggunakan karbon aktif limbah kulit bawang merah dengan variasi konsentrasi aktivator asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Dalam penelitian ini, warna minyak goreng diuji sebelum dan setelah proses pemurnian dilakukan.

Pada tabel 4.6 sebelum melakukan pemurnian, minyak goreng jelantah tidak memenuhi standar SNI 3741:2013 dan memiliki hasil yang tidak normal. Namun, setelah dilakukan pemurnian menggunakan karbon aktif limbah kulit bawang merah, minyak goreng menghasilkan hasil yang normal dan memenuhi standar SNI 3741:2013.

**Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Warna Minyak Goreng**

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif	Kode Sampel	Warna Minyak Goreng	SNI 3741:2013
Keadaan Awal	O	Orange	Tidak Normal
8%	A	Kuning	Normal
12%	B	Kuning pucat	
16%	C	Kuning Pucat	
20%	D	Kuning	



Penerapan dengan adsorben karbon aktif limbah kulit bawang merah jika dilihat secara kasat mata, warna minyak dari semua sampel yang telah diadsorpsi terlihat sama. Berdasarkan hasil yang diperoleh, keseluruhan warna dari minyak goreng semakin jernih seiring bertambahnya variasi dari karbon aktif limbah kulit bawang merah. Hal ini menandakan bahwa proses adsorpsi oleh karbon aktif limbah kulit bawang merah mampu menyerap senyawa-senyawa pada minyak. Keterangan warna minyak juga menunjukkan jumlah partikel padat yang tersuspensi pada minyak jelantah (Sera et al., 2019).

#### 4.2.3 Bilangan Asam Minyak Goreng

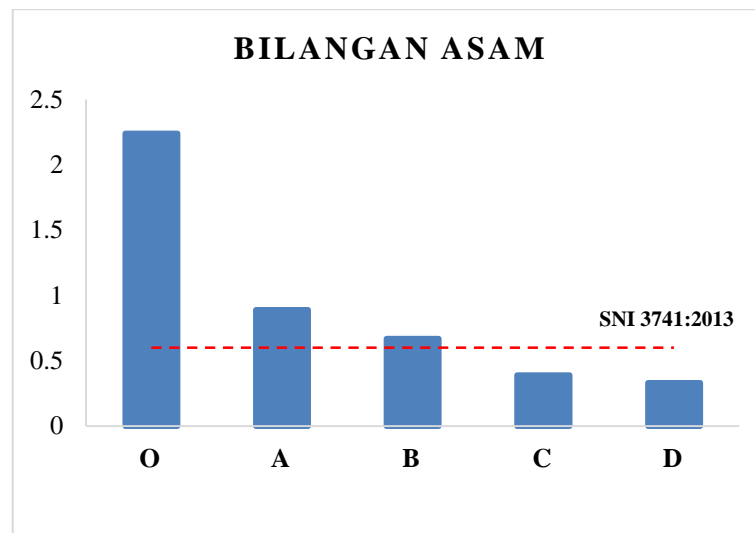
Bilangan asam mengindikasikan jumlah senyawa asam lemak bebas yang ada dalam minyak (Syahrir et al., 2019). Hasil penelitian pada tabel 4.7 Dengan bilangan asam sebesar 2,23 mg KOH/g, minyak goreng tersebut jauh melampaui batas maksimum yang ditetapkan oleh standar kualitas (0,6 mg KOH/g) yang diatur dalam SNI 3741:2013. Hal ini menunjukkan bahwa minyak goreng tersebut tidak memenuhi standar untuk konsumsi. Tingginya bilangan asam pada minyak goreng disebabkan oleh proses hidrolisis yang terjadi saat pemrosesan bahan makanan yang memiliki kadar air, yang mengakibatkan pembentukan gliserol dan asam lemak bebas. Semakin tinggi nilai bilangan asam pada minyak, semakin tinggi pula kandungan asam lemak bebasnya (Haili et al., 2021). Informasi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Bilangan Asam Minyak Goreng

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif	Kode Sampel	Bilangan Asam Minyak Goreng mg KOH/g	SNI 3741:2013
Awal	O	2,24	Maks. 0,6 mg KOH/g
8%	A	0,89	
12%	B	0,67	
16%	C	0,39	
20%	D	0,33	

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan signifikan dalam nilai bilangan asam seiring dengan peningkatan konsentrasi aktivator asam fosfat pada

karbon aktif. Berdasarkan hasil pengujian, nilai billangan asam pada Sampel A adalah 0,89 mg KOH/g, pada Sampel B adalah 0,67 mg KOH/g, pada Sampel C adalah 0,39 mg KOH/g, dan pada Sampel D adalah 0,33 mg KOH/g. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator asam fosfat, semakin rendah nilai billangan asamnya, yang menandakan kualitas minyak yang lebih baik. Nilai bilangan asam dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Grafik Nilai Bilangan Asam

Pada gambar 4.5 terlihat penurunan bilangan asam minyak goreng jelantah cukup besar dengan adsorben karbon aktif kulit bawang merah seiring naiknya konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Pada grafik diatas bilangan asam maksimal terdapat pada sampel O yaitu minyak goreng jelantah sebelum adsorpsi dengan adsorben karbon kulit bawang merah yaitu sebesar 2,24 mg KOH/g. Sedangkan bilangan asam minimal terdapat pada sampel D yaitu minyak goreng jelantah yang diadsorpsi menggunakan karbon aktif kulit bawang merah variasi asam fosfat 20% yaitu sebesar 0,33 mg KOH/g.

Bilangan asam pada minyak goreng jenuh yang telah mengalami adsorpsi menggunakan karbon aktif dengan hasil balik varian asam fosfat 20% memenuhi standar kualitas SNI 3741:2013, yang menetapkan batas maksimum sebesar 0,6 mg KOH/g. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator, maka billangan asam yang terdapat dalam minyak goreng menjadi semakin rendah (Lestari et al., 2016).

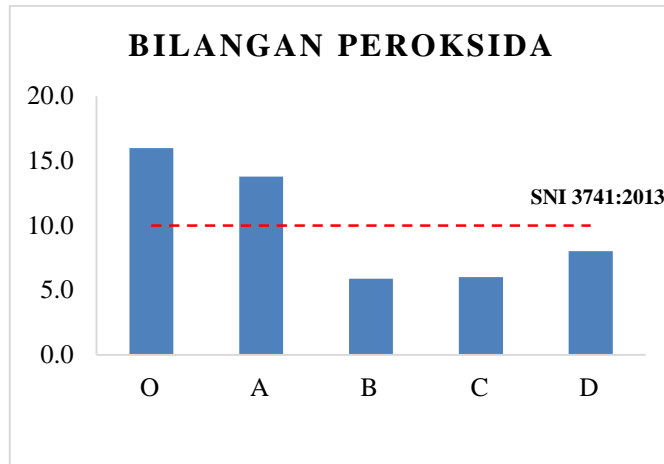
#### 4.2.4 Bilangan Peroksida Minyak Goreng

Bilangan peroksida adalah salah satu parameter yang menunjukkan tingkat kerusakan pada minyak goreng. Semakin tinggi nilai billangan peroksida, kualitas minyak goreng menjadi lebih rendah. Kandungan peroksida dalam minyak goreng muncul akibat reaksi oksidasi. (Syahrir et al., 2019). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada tabel 4.8, terlihat bahwa bilangan peroksida pada minyak goreng sebelum dilakukan proses adsorpsi adalah sebesar 15,97 mek O<sub>2</sub>/kg. Standar mutu untuk minyak goreng maksimal mengandung 10 mek O<sub>2</sub>/kg billangan peroksida sesuai dengan SNI 3741:2013. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa minyak goreng tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Semakin tinggi nilai billangan peroksida, maka semakin tinggi pula minyak atau lemak mengalami oksidasi (Haili et al., 2021). Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Bilangan Peroksida Minyak Goreng

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif	Kode Sampel	Bilangan Peroksida Minyak Goreng (mek O <sub>2</sub> /kg)	SNI 3741:2013
Keadaan Awal	O	15,97	Maks. 10 mek O <sub>2</sub> /kg
8%	A	13,78	
12%	B	5,88	
16%	C	6,00	
20%	D	8,00	

Hasil presentasi billangan peroksida menunjukkan penurunan yang signifikan seiring dengan naiknya konsentrasi aktivator asam fosfat pada karbon aktif. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terlihat bahwa billangan peroksida pada sampel A adalah 13,78 mek O<sub>2</sub>/kg, pada sampel B adalah 5,88 mek O<sub>2</sub>/kg, pada sampel C adalah 6,00 mek O<sub>2</sub>/kg, dan pada sampel D adalah 8,00 mek O<sub>2</sub>/kg. Nilai bilangan peroksida dapat dilihat oada gambar4.5.



Gambar 4. 6 Grafik Nilai Bilangan Peroksida

Pada gambar 4.6 terlihat penurunan bilangan peroksida minyak goreng jernih seiring dengan peningkatan konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Pada grafik, nilai bilangan peroksida maksimal terdapat pada sampel O, yaitu minyak goreng jernih sebelum adsorpsi dengan nilai sebesar 15,97 mek  $O_2/kg$ , hal ini dikarenakan minyak goreng yang digunakan adalah minyak goreng dengan proses 4 kali penggorengan. Sedangkan bilangan peroksida minimal terdapat pada sampel B, yaitu minyak goreng jernih yang diadsorpsi dengan karbon aktif kulit bawang merah variasi asam fosfat 20% dengan nilai sebesar 8,00 mek  $O_2/kg$ .

Namun, pada konsentrasi aktifator asam fosfat 16% dan 20%, terjadi penurunan kemampuan adsorpsi terhadap bilangan peroksida. Mardilana & Santoso (2020) menyatakan bahwa fenomena ini disebabkan oleh karbon aktif kulit bawang merah sebagai adsorben yang mencapai titik kejenuhan, sehingga karbon aktif tidak lagi mampu menyerap adsorbat. Penurunan nilai adsorpsi menunjukkan bahwa karbon aktif kulit bawang merah mengalami desorpsi, yaitu melepaskan kembali sampel minyak jernih. Ketika variasi aktifator asam fosfat ditambahkan ke karbon aktif kulit bawang merah, karbon aktif yang sebelumnya optimal dalam penyerapan asam lemak bebas dilepaskan kembali ke dalam larutan minyak goreng jernih. Hal ini terjadi karena karbon aktif memiliki kapasitas serap maksimum dalam penyerapan radikal bebas dalam minyak (Mardiana & Santoso, 2020).